

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-77419

(43)公開日 平成7年(1995)3月20日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 21/00	F			
	R			
11/26	H			

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-223512

(22)出願日 平成5年(1993)9月8日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 草 節

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社

東芝本社事務所内

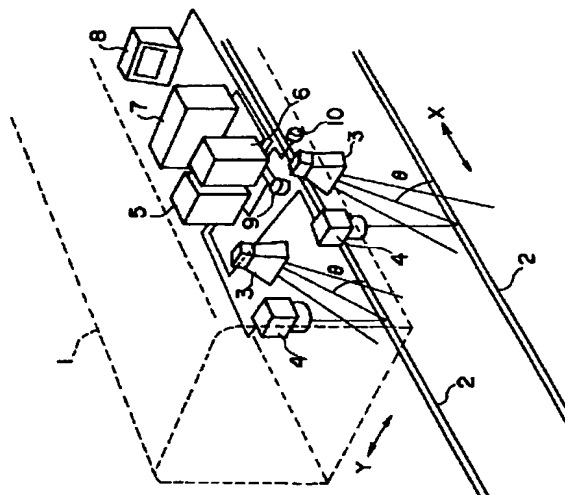
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 車両の偏倚量測定装置

(57)【要約】

【目的】車両の偏倚量を車両の実際の走行状態で動的に、しかも各種の車両、線路条件に於いて地上側に対し正確でかつ容易に測定できる車両の偏倚量測定装置を提供することにある。

【構成】車体1に取付られたレーザ投光器3よりレール2に向かってレーザ光をに投光し、このレーザ光のレール2からの反射光を車体1側に取付られたセンサ4でとらえ、この反射光の基準位置からの、前後、左右方向のズレ量及び左右レール2間距離を測定することにより、車体1のレール2に対する左右、上下方向変位及びローリング角を求めて車両の偏倚量を演算によって求め、センサ4の生データ、反射光の位置データ、演算された偏倚量を記憶装置7に記憶し結果をリアルタイムでディスプレイ8に表示するばかりでなく、測定後の解析、位置検出、演算処理を測定後に行えるようにしたもの。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レール上を走行する車体に取り付けられ、測定基準位置を求め、この測定基準位置に対して前記車体の前後方向および左右方向のずれ量と、前記レール間の距離を検出する非接触形の検出手段と、この検出手段からの前後方向および左右方向のずれ量ならびにレール間の距離に基づき前記車体のレールに対する左右方向および上下方向の変位置ならびにローリング角を演算し、この演算結果に基づき車両の偏倚量を演算する演算手段と、を具備した車両の偏倚量測定装置。

【請求項2】 レール上を走行する車体に、該レールに向かって所定の傾斜角をなすように取付られ、前記レールに向かってレーザ光を帯状に投光するレーザ投光器と、前記車体に取り付けられ、前記レールからの前記レーザ光による反射光を検出して反射光の基準位置を求め、この基準位置に対して前後方向および左右方向のずれ量を検出し、かつ前記レール間距離を測定する検出器と、この検出器からの検出値に基づき、車体のレールに対する左右方向変位置および上下方向変位置ならびにローリング角を求める処理器と、この処理器からの出力と前記車体の寸法に基づき車両の偏倚量を演算する演算器と、この演算器によって求められた偏倚量を出力するためのものであって、記憶手段または報知手段の少なくとも一方からなる出力手段と、を具備した車両の偏倚量測定装置。

【請求項3】 請求項2記載の測定装置において、左右方向、前後方向それぞれ独立した検出器を設け、この検出器の前に高精度が必要な方向には視野を狭くし、精度が必要でない他の方向には視野を拡大する光学レンズを設けた車両の偏倚量測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、鉄道車両が走行中に線路の曲線、走行振動によって生じる車両の線路に対するはみ出し量：偏倚量を測定する車両の偏倚量測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、車両の偏倚量は車両の寸法（車体幅、車体長、台車中心間距離）と軌道の幾何学的関係により近似的に計算しており、これに振動要素を加える場合は、車両の振動方程式を解くことにより計算によって求めるのが通例である。

【0003】また、実測する方法としては、例えば特開平5-5301号公報に示す方法があり、振動を考慮する方法としては、静的には車両に外力を与え、車両の変位置を測定することにより偏倚量を算出する手法がとられており、走行中の偏倚量を動的に測定する場合は、地

上側に車両を検出する超音波または光学式のセンサを設置することにより測定している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】振動を考慮した車両の偏倚量を計算で求める場合、振動方程式を解いて求めることができるが、車両の構造は複雑であり、かつまた車両の振動は車両の振動特性と線路条件が密接に関係しており、振動方程式も複雑になるため適当なモデル化等の近似が必要である。

10 【0005】また、車両の振動特性を正確に求めることは困難である。これらのことから、計算に依って求められた偏倚量と実際の値の間には当然のことながら差が存在する。車両の偏倚量を知る目的は地上側の設置物等との干渉を避ける目的が主であるが、場所の制約条件から地上側構造物と車両との隙間が十分にとれない場合や車両が予測に反して大きな振動をする場合は偏倚量を精密に知る必要が生じる。

【0006】そこで、偏倚量を実測する必要があるが、特開平5-5301号公報では車両の寸法と軌道の幾何学的関係を利用して実測する方法を提供しているが、振動に対する考慮はされておらず、かつ具体的に変位を測定し偏倚量を求める方法についてはふれられていない。

【0007】一方、振動を考慮した偏倚を静的に実測する場合は、与える外力を正確に見積る必要があるが、実際の走行時の振動は複雑であり、走行時に合わせた外力を与えることは困難である。

【0008】また、地上側にセンサを設置して偏倚量を測定する場合、センサを設置した特定の場所では測定できず、各種の車両、各種の線路条件で測定を行うには膨大な手間がかかり、非現実的である。

【0009】本発明は、車両の偏倚量を車両の実際の走行状態で動的に、しかも各種の車両、線路条件に於いて地上側に対し正確でかつ容易に測定できる車両の偏倚量測定装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、請求項1に対応する発明では、レール上を走行する車体に取り付けられ、測定基準位置を求め、この測定基準位置に対して前記車体の前後方向および左右方向のずれ量と、前記レール間の距離を検出する非接触形の検出手段と、この検出手段からの前後方向および左右方向のずれ量ならびにレール間の距離に基づき前記車体のレールに対する左右方向および上下方向の変位置ならびにローリング角を演算し、この演算結果に基づき車両の偏倚量を演算する演算手段と、を具備した車両の偏倚量測定装置である。

【0011】前記目的を達成するため、請求項2に対応する発明では、レール上を走行する車体に、該レールに向かって所定の傾斜角をなすように取付られ、前記レールに向かってレーザ光を帯状に投光するレーザ投光器

と、前記車体に取り付けられ、前記レールからの前記レーザー光による反射光を検出して反射光の基準位置を求め、この基準位置に対して前後方向および左右方向のずれ量を検出し、かつ前記レール間距離を測定する検出器と、この検出器からの検出値に基づき、車体のレールに対する左右方向変位置および上下方向変位置ならびにローリング角を求める処理器と、この処理器からの出力と前記車体の寸法に基づき車両の偏倚量を演算する演算器と、この演算器によって求められた偏倚量を出力するためのものとして、記憶手段または報知手段の少なくとも一方からなる出力手段と、を具備した車両の偏倚量測定装置である。

【0012】前記目的を達成するため、請求項3に対応する発明では、請求項2記載の測定装置において、左右方向、前後方向それぞれ独立した検出器を設け、この検出器の前に高精度が必要な方向には視野を狭くし、精度が必要でない他の方向には視野を拡大する光学レンズを設けた車両の偏倚量測定装置である。

【0013】

【作用】請求項1に対応する発明によれば、車両の偏倚量を車両の実際の走行状態で動的に、しかも各種の車両、線路条件に於いて地上側に対し正確でかつ容易に測定できる。

【0014】請求項2に対応する発明によれば、請求項1に対応する発明の作用に加えて、演算器の出力である生データ、反射光の位置データ、これらから演算される変位置、偏倚量は記憶手段に蓄えることにより、測定後にデータの詳細な解析が行え、かつ生データは処理速度に関係なく記録できるのでこれを測定後にバッチ処理することにより緻密な偏倚量データが得られ、また、処理前の生データをこの記憶手段にそのまま記憶させておくことにより、処理、演算時間が省かれサンプリング間隔をより短くすることができる。請求項3に対応する発明によれば、精度および処理速度が向上し、また検出器の数を最小限に抑えることができる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例について図を用いて説明する。図1は本発明の第1実施例の概略構成を示す斜視図であり、これは以下のように構成されている。車体1に左右のレール2の位置に対応させ、かつ進行方向に所定角度 θ だけ傾斜させて配設したレーザー投光器3と、車体1に左右のレール2の位置に対応させて配設され、かつレーザー投光器3からのレーザー光の反射光を反射位置の上部でとらえる撮像器またはセンサ（以下センサと称する）4と、センサ4からの検出信号を入力して所定の処理を行う処理器5と、車体1の寸法データ等を蓄えかつタイムデータの発生を行い、変位置、偏倚量の演算、システムの統括を実行する演算器6と、演算結果、生データ等を記憶する記憶装置7と、演算結果、測定生データを表示するディスプレイ（表示器）8と、車体1のヨ

一軸回りの加速度 ω を検出するジャイロ9と、車体1の走行速度 V を検出する速度計10とから構成されている。

【0016】レーザー投光器3からレール2の進行方向に対して所定角度 θ で、左右方向（Y方向）に走査しながら投光されたレーザー光の反射光の一部はセンサ4でとらえられる。このセンサ4からの検出信号は処理器5に送られ、検出信号の強弱からレール2からの反射光を抽出し、レール2からの反射光の位置データを演算器6に送る。演算器6ではこのデータから変位置が演算されあらかじめ入力されている車体1の寸法データ（例えば図5の車体寸法B、H等）と合わせ、ジャイロ9で計測された車体1の一軸回りの加速度から曲線通過か否かの判定をし、速度計10によって計測された車体1の走行速度 V と加速度 ω から求まる曲線半径から偏倚量が演算され、発生したタイムデータとともに記憶装置7に送られるとともに演算結果はディスプレイ8で表示される。一方記憶装置7には測定された生データも記憶されるので、演算結果を測定後表示、出力するばかりでなく生データをバッチ処理できる。

【0017】このようにし、地上側の設備は一切使用せず車体の偏倚量を動的に測定することができ、このシステムは各種の車両に容易に搭載できることから車両に運用状態での測定が可能で実態にあった状態の偏倚量が測定でき、かつ同一車両の経年変化も測定できる。

【0018】また、データ処理を測定後としバッチ処理を実行することにより、データのサンプリング間隔はより短くすることができ、データを精密に取得することができる。

【0019】図2は以上述べたレーザー反射光位置を示すイメージ図であり、車体1がレール2に対して基準位置にある時、すなわち偏倚が無い時の反射光の位置を基準位置11とする。車体1がローリングすると車体1の一方はレール2に近づき、他方は離れる。レーザー光はレール2に対して角度 θ をもって投光されているため、レールに近づいた場合は反射位置は後方（図1のX方向のレーザー光入射側）にずれ、レールから離れた場合は反射位置は前方（図1のX方向のレーザー光反射側）にずれる。従って、車体1がローリングした時は、反射光は図2の12の位置にずれる。図2ではローリングにより左側がレールから離れ、右側がレールに近づいた例を示している。

【0020】そこで、この左右のずれ量の差 ΔX_1 、および左右レール2、2間の距離 L を反射光の位置データにより求めれば、次のようにローリング角 ϕ が求まる。ずれ量： ΔX_1 と車体1の上下変位置 ΔZ_1 の間には次の関係がある。図3に示すように、

$$\Delta Z_1 = \Delta X_1 \cdot \tan(\theta)$$

よって、

$$\phi = \tan^{-1}(\Delta Z_1 / L)$$

5

から求めることができる。図3において、16はレーザ光、17は基準位置での反射光位置、18はローリングまたは上下変位時の反射光位置を示している。

【0021】また、車体1がレール2に対して左右方向に変位した場合（左右動の場合）は反射光位置は左右方向（図1 Y方向）にずれ、図2の13の位置になる。この反射光位置の基準位置からのずれ量 ΔY_1 が位置データから求まり、このずれ量 ΔY_1 が車体1のレール2に対する左右方向の変位量となる。

【0022】また、車体1がレール2に対して上下方向に変位した場合（上下動の場合）は、ローリングの場合と同様にレーザ反射光位置は前後方向にずれる、ただしこの場合左右は同一方向にずれ、かつずれ量 ΔX_1 も左右で等しくなり、図2の14の位置となる。このずれ量 ΔX_1 から次のように上下変位量： ΔZ_1 が求まる。

【0023】 $\Delta Z_1 = \Delta X_1 \cdot \tan(\theta)$

車体1のレール2に対する変位は、上下、左右、ローリングが複合された状態（複合動揺）で起きている。従って、通常はレーザの反射光位置は、図2の15に示す位置となる。この場合各変位量は次のように求められる。左右の前後方向ずれ量は ΔX_1 、 ΔX_2 を求め、上下変位量は ΔZ_1 は、

$\Delta Z_1 = ((\Delta X_1 + \Delta X_2) / 2 - \Delta X_1) \cdot \tan(\theta)$

また、ローリング角は ϕ は、

$\phi = \arctan((\Delta X_1 + \Delta X_2) / L)$

また、左右変位量は ΔY_1 がそのまま変位量となる。

【0024】このようにして、車体1のレール2に対する上下、左右変位量、ローリング角が求められれば、車体1の寸法データをあらかじめ演算器8に入力しておけば図4、図5に示すよう幾何学的な演算により車両の偏倚量 ΔH が求められる。

【0025】 $\Delta H = B / 2 \cdot \cos(\phi) + H \cdot \sin(\phi) + \Delta Y - B / 2$

ここに示したのは、車両の上下、左右、ローリング動揺（振動）による偏倚のみであるが、偏倚に関して考慮すべき車両の運動にはヨーイングがある。これに対しては変位量の測定を、図6に示すように車体1の前後2箇所19で行い、それぞれの左右変位の差からヨーイング角 ϕ を知ることができ、これによる車両の偏倚量 ΔH を演算することが可能である。（図6参照）

$\phi = \arctan((\Delta Y_{11} + \Delta Y_{12}) / L_x) / 2$

$\Delta H_y = L_y / 2 \cdot \tan(\phi)$

さらに、車両の偏倚は図7に示すよう車両が曲線通過によっても生じる、この場合は左右方向の変位量として観測されるが、左右動による変位と区別するため車体に取り付けられたジャイロ9によって車両のヨー軸回りの加速度 ω を測定し車体の速度 V を速度計10で測定すれば、曲線半径 r が求まりこれとあらかじめ演算器に入力されている車体1の寸法データにより、この偏倚量： Δ

6

H_{r1} 、 ΔH_{r2} を演算することができる。

【0026】 $r = V / \omega$

$\Delta H_{r1} = (r^2 - (L/2)^2)^{1/2} - (r^2 - (L + L/2)^2)^{1/2}$

$\Delta H_{r2} = r - (r^2 - (L/2)^2)^{1/2}$

このようにして求められた偏倚量はディスプレイ8で確認でき、同時に記憶装置7にも記憶されるため、測定後再表示、プリンタ等で出力することができる。

【0027】以上述べた第1実施例によれば、以下のようない効果が得られる。車両の偏倚量は車体1側に搭載した機器のみでしかも動的に測定できる。搭載機器が全て車体1側に容易に搭載できるため、各種の車両の各種の線路条件に対して実運用状態で偏倚量が正確に測定できる。

【0028】また、各種の車両に搭載できるため車両の経年変化も把握することができる。さらに、センサ4信号の生データ、反射光の位置データ、これらから演算される変位量、偏倚量は記憶装置7に蓄えられるので、測定後にデータの詳細な解析が行え、かつ生データは処理速度に関係なく記録できるのでこれを測定後にバッチ処理することにより緻密な偏倚量データが得られる。

【0029】また、処理前の生データをこの記憶装置7にそのまま記憶させておくことにより、処理、演算時間が省かれサンプリング間隔をより短くすることができる。図7は第2実施例の要部のみを示す図であり、図1の実施例でセンサ4の前に左右方向（図1及び図8のY方向）の視野のみ拡大する光学レンズ22を設置した例である。

【0030】図9は第3実施例の要部のみを示す図であり、図1の実施例でセンサ4を1次元CCD等のセンサ23としセンサ23の前面に前後方向（図1および図9のX方向）の視野のみ拡大する光学レンズ24を設置した例である。。

【0031】本発明の効果を出すためには、図1に示すように左右それぞれ一對のレーザ投光器3とセンサ4があれば図2に示すような反射光位置のイメージが得られる。しかし、反射光位置の変動幅をカバーするためには視野を大きくとっておく必要があるが位置精度は撮像器またはセンサの画素数に制約をうける。この制約から逃れるための一つの方法として反射光の変動幅をカバーしつつ精度を向上されるべく撮像器またはセンサの数を増やすことが考えられる。しかし、この方法ではセンサの数が増え本発明の一つの特徴である各種の車両に容易に搭載することが難しくなるばかりか多数の撮像器またはセンサのデータを合成する必要があることから処理速度が遅くなってしまふ。反射光位置の変動幅はY方向に大きく、X方向には比較的小さいので、図8のように反射光が視野から外れないよう光学レンズ22で視野をY方向に拡大しつつX方向には精度を確保するようにして、X方向の反射光位置を検出する。しかも、図8のように

Y方向に対しては広い視野の1次元CCD等のセンサを用い、その前方に反射光が視野から外れないようにX方向のみ視野を拡大する光学レンズ24を取付けY方向の反射光位置を検出する。このように、X方向とY方向で独立した撮像器またはセンサを用いることにより精度を向上させつつセンサの数が最小限で済み、かつ画像の合成も不要になり位置検出は各センサで独立して行うため位置検出処理が高速で行える。

【0032】また、図8のセンサ4は精度をカバーしなければならない視野から判断し選定されるもので、それに
10 応じて2次元CCDカメラ等、1次元CCDセンサ等が選定され得る。また、図9のセンサも精度と視野の関係で2次元CCDカメラとすることは可能である。2次元CCDカメラを用いる場合でもX方向をY方向のうちいずれか一方についてのみ位置検出を行い、他方向に対してはこの検出を損なわないよう視野に入れるだけとし処理時間の高速化を行う。

【0033】以上述べた第2、第3実施例によれば、以下のような効果が得られる。車両の偏倚量の計算に必要な車体1のレール2に対する変位量を、X方向、Y方向
20 に分けそれぞれ各方向の視野を確保しつつ精度を向上させるよう光学レンズ22、24で選択的に視野の拡大、縮小を行うので、センサ4の数を必要最小限にすることができ、かつまたX、Y方向に独立して位置測定を行うので処理が容易になり処理時間の短縮がはかられる。

【0034】前述の実施例では、撮像器またはセンサ4はレーザ投光器3からのレーザ光の反射光を入力するようにしたものあげたが、レーザ光の代りに電磁波、磁界、超音波等を利用した非接触形の計測手段なら何でもよい。

【0035】

【発明の効果】本発明によれば、車両の偏倚量を車両の実際の走行状態で動的に、しかも各種の車両、線路条件*

*に於いて地上側に対し正確でかつ容易に測定できる車両の偏倚量測定装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例を示す概略構成図。

【図2】レーザ反射光位置を示すイメージ図。

【図3】レーザ反射光位置と車体変位の関係を示すイメージ図。

【図4】車体のレールに対する変位量と車両の偏倚量の関係を示すイメージ図。

【図5】車体のレールに対する変位量と車両の偏倚量の関係を示すイメージ図。

【図6】車両のヨーイングを示すイメージ図。

【図7】車両の曲線通過による偏倚を示すイメージ図。

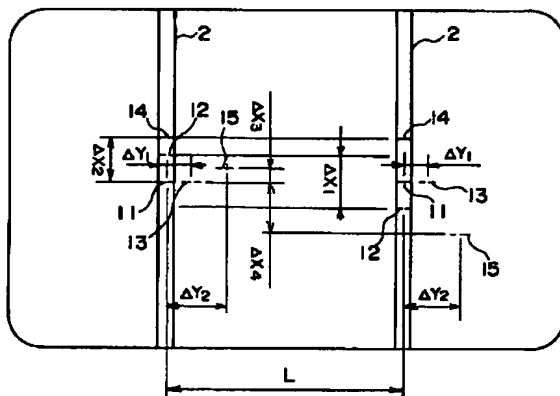
【図8】図1の実施例で撮像器またはセンサの前にY方向の視野を拡大する光学レンズを取付た実施例を示すレーザ投光器と撮像器またはセンサの部分の拡大図。

【図9】図1の実施例で撮像器またはセンサの代わりに1次元CCD等のセンサとしその前面にX方向の視野を拡大する光学レンズを取付た実施例を示すレーザ投光器とセンサの部分の拡大図。

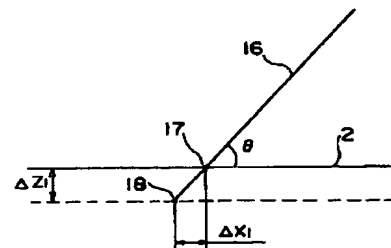
【符号の説明】

1…車体、2…レール、3…レーザ投光器、4…撮像器またはセンサ、5…処理器、6…演算器、7…記憶装置、8…ディスプレイ、9…ジャイロ、10…速度計、11…基準位置にあるレーザ反射光、12…ローリング時のレーザ反射光、13…左右動時のレーザ反射光、14…上下動時のレーザ反射光、15…複合動揺時のレーザ反射光、16…レーザ光、17…基準位置での反射光位置、18…ローリング時または上下変位時の反射光位置、19…測定位置、20…車体中心線、21…レール中心線、22…光学レンズ、23…センサ、24…光学
30 レンズ。

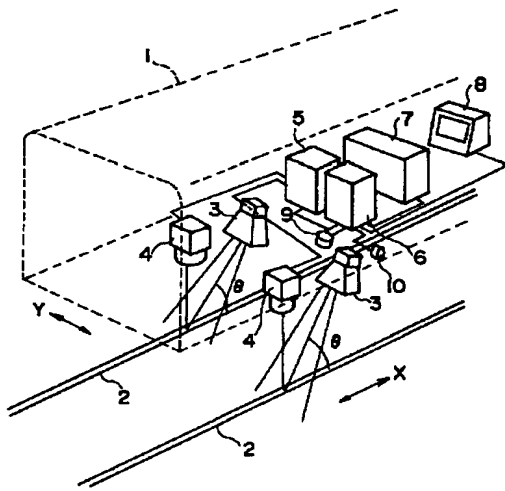
【図2】



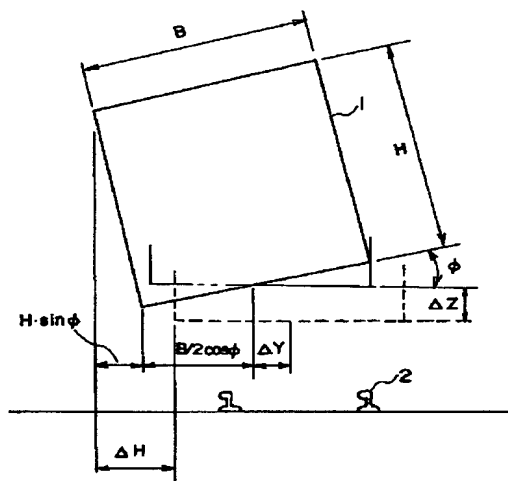
【図3】



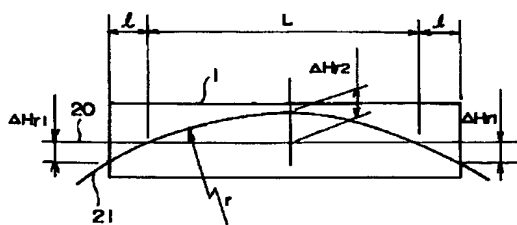
【図1】



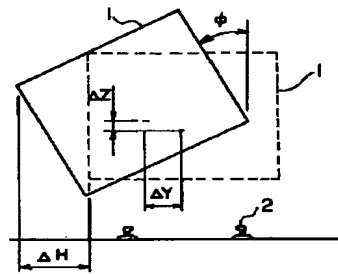
【図5】



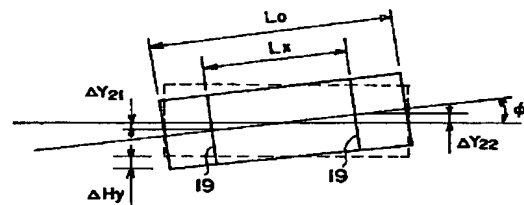
【図7】



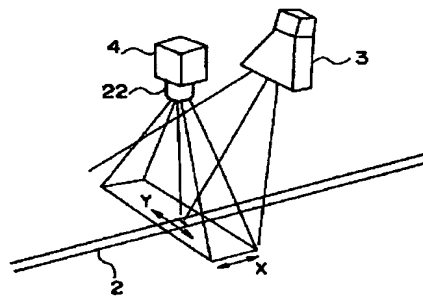
【図4】



【図6】



【図8】



【図9】

